

- MORRISON, P.; RYSER, F. A.; DAWE, A. R. (1959): Studies on the physiology of the masked shrew, *Sorex cinereus*. *Physiol. Zool.* **32**, 256–271.
- NOLL, U. G. (1979): Body temperature, oxygen consumption, noradrenaline response and cardiovascular adaptations in the flying fox *Rousettus aegyptiacus*. *Comp. Biochem. Physiol.* **63 A**, 79–88.
- (1979b): Postnatal growth and development of thermogenesis in *Rousettus aegyptiacus*. *Comp. Biochem. Physiol.* **63 A**, 89–93.
- ROSEYEAR, D. R. (1965): *The Bats of West Africa*. London: Nat. Hist. Mus.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. ERWIN KULZER und RAINER STORF, Institut für Biologie III, Abteilung Physiologische Ökologie der Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 28, D-7400 Tübingen

Zur Kenntnis der Haftorgane von *Eudiscopus denticulus* (Osgood, 1932) (Mammalia, Microchiroptera, Vespertilionidae)

Von H. SCHLIEMANN und CHARLOTTE REHN

Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg

Eingang des Ms. 10. 5. 1979

Abstract

*On the functional organization of the pads on thumb and foot of *Eudiscopus denticulus* (Osgood, 1932) (Mammalia, Microchiroptera, Vespertilionidae)*

Studied the anatomy of the pads on thumb and foot of *Eudiscopus denticulus* in order to find out whether these structures work as adhesive organs as was presumed by several authors.

This study is based on one of the two alcoholic specimens available. The outer form of the pads is described after stereomicroscopic examination. One pad of each the thumb and the sole have been embedded in celloidin, sectioned serially at 25 μm in a plane perpendicular to the metatarsal bones and stained mainly by Pasini's trichrome technique.

The surface of the disc-like pad of the sole is concave that of the thumb convex, the ventral epithelium of both being much thicker than that along the surrounding parts of the foot and the thumb respectively. The pads mainly consist of adipose tissue and connective tissue. Skin glands do not open to the ventral surfaces. In the pad of the sole a connective tissue layer underneath the ventral epithelium is connected with the metatarsal bones by strong bundles of collagenous fibers. It is evident that dorsal movement of the metatarsals results in a dorsally directed movement of the epithelium in the center of the pad, so causing the adhesion if in contact with a substratum.

This analysis verifies that the pad under the foot of *Eudiscopus* is an adhesive organ and that its functional mode is suctorial. There is no evidence that the pad of the thumb as well serves as an adhesive organ, it rather is of functional importance as a cushion of compression elasticity also seen in other microchiropterans.

Einleitung

Eudiscopus denticulus ist der Fachwelt aufgrund von nur acht Exemplaren bekannt geworden.

Während der „William V. Kelley-Roosevelt's Asiatic Expedition“ des Field Museums in Chicago von 1928–1929 wurden sechs dieser Microchiropteren bei Phong Saly im nördlichsten Laos gefangen. Diese Tiere liegen der Beschreibung von OSGOOD (1932) zugrunde; das Typus-Exemplar ist ein adultes Weibchen, das von RUSSEL W. HENDEE am 3. Mai 1929 gesammelt wurde. OSGOOD stellte die Tiere in eine eigene Gattung und beschrieb sie als *Disco-*

U. S. Copyright Clearance Center Code Statement: 0044-3468/80/4501-0029 \$ 2.50/0

Z. Säugetierkunde 45 (1980) 29–39

© 1980 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

ISSN 0044-3468/ASTM-Coden: ZSAEA 7

pus denticulus. Da dieser Gattungsname jedoch präokkupiert war, schlug CONISBEE (1953) auf Anregung von H. A. WRIGHT den Gattungsnamen *Eudiscopus* vor.

1970 veröffentlichte KOOPMAN, daß er zwei bislang nicht bestimmte Fledermäuse (Schädel und Felle), die am 7. Mai 1924 auf der „Faunthorpe-Vernay Expedition“ in Burma gesammelt wurden, als *Eudiscopus denticulus* identifiziert habe. Diese Tiere stammen aus der Region einer Bergkette, Pegu Yoma, im zentralen Burma ohne nähere, verwertbare Information über den Fundort als die Angabe, daß er in 30 m Höhe über dem Meeresspiegel läge. Die Individuen aus Laos wurden dagegen in über 1300 m Höhe gefangen. Die beiden Fundorte liegen etwa 700 km auseinander.

Bei *Eudiscopus denticulus* handelt es sich um einen Vespertilioniden, der sofort aufgrund seiner charakteristisch geformten Polsterbildungen an der Planta pedis und ventral am Daumen erkannt werden kann. Während das Aussehen der Daumenpolster kaum Rückschlüsse auf ihre funktionelle Bedeutung erlaubt, weist die äußere Gestalt der Organe an der Hinterextremität jedoch recht eindeutig auf ihre Funktion hin, und dementsprechend wurden diese Organe ohne weitergehende Prüfung bisher stets als Haftorgane angesprochen. So geht OSGOOD bei seiner Erstbeschreibung auf diese Organe ein und schreibt: „The adhesive disk on the foot is even larger than in *Glischropus* and *Tylonycteris*. In alcoholic specimens it is subrectangular in shape, yellowish in color, and it measures about 4.7 by 3.3.“ Die wenigen Autoren (z. B. KOOPMAN 1972; WALKER 1964), die sich mit *Eudiscopus denticulus* beschäftigten, erwähnen die Organe zwar, machen jedoch keine weiteren Angaben über ihr Aussehen. Unseres Wissens sind diese Organe bislang nicht abgebildet und ebenso wenig hinsichtlich ihres Baues untersucht worden. In Anbetracht der Einmaligkeit des Materials – es existieren nur zwei Alkoholexemplare – und der völligen Unkenntnis über die Lebensweise dieser Tiere, scheint uns eine solche Untersuchung wünschenswert zu sein. Ihre Ergebnisse werden hinsichtlich der Biologie von *Eudiscopus*, jedenfalls soweit es die Rastplätze angeht, Rückschlüsse erlauben, die – gestützt durch Befunde – aussagekräftiger sein werden als diesbezügliche Vermutungen der genannten Autoren: Diese Vermutungen gehen dahin, daß *Eudiscopus* sich an glatten Oberflächen, z. B. von Blättern, festheftet; KOOPMAN führt hiermit im Zusammenhang *Tylonycteris* an, der das Innere von Bambusinternodien aufsucht und sich an der Innenwandung dieses Raumes festheftet. *Tylonycteris* vermag aufgrund des in dorsoventraler Richtung stark abgeflachten Schädels schmale Spalten auf seinem Weg in den Innenraum des Bambus zu benutzen (MEDWAY und MARSHALL 1970; SCHLIEMANN und HOEBER 1978).

Interessanterweise teilt nun *Eudiscopus* mit *Tylonycteris*, und hierauf weist KOOPMAN hin, nicht nur den Besitz von Haftorganen, sondern er ist ebenfalls durch einen Schädel ausgezeichnet, der in dorsoventraler Richtung eine ungewöhnlich geringe Ausdehnung besitzt (die Höhe des Hirnschädels beträgt bei beiden Formen weniger als 4 mm). Daher liegt es nahe, auch für *Eudiscopus* zu vermuten, daß er durch enge Spalten zu schlüpfen vermag.

OSGOOD betont, daß *Eudiscopus* außer mit *Tylonycteris* Ähnlichkeiten mit *Pipistrellus* und *Glischropus* aufweist, und TATE (1942) stellt *Eudiscopus* zu den Vespertilionini (Pipistrellini) (s. a. KOOPMAN 1972). Der Grund dafür sind die Haftorgane von *Eudiscopus*, von denen gesagt wird, daß sie im generellen und mit Ausnahme von *Thyroptera* nur bei Vertretern dieser Tribus angetroffen werden. Da *Eudiscopus* jedoch drei mandibulare Prämolaren besitzt und ein langes Rostrum bewahrt hat, erscheint es angemessener, diese Form in die Nähe von *Myotis* zu rücken. Auch in diesem Fall liegt, ähnlich wie bei *Myzopoda* und *Thyroptera*, eine Kombination von recht ursprünglichen Merkmalen und erstaunlichen Spezialisierungen vor. In diesem Sinne nimmt TATE auch an, daß *Eudiscopus* am Ende einer Entwicklung steht, die seit langer Zeit getrennt von denjenigen Formen verlief, die zu den Pipistrellini führten.

Material und Methode

Zur Verfügung stand ein Alkoholexemplar von *Eudiscopus denticulus* (Osgood, 1932) (Field Museum of National History, Chicago, Nr. 32628, ♀). Daumen und Sohlenpolster der linken Körperseite wurden mit den benachbarten Extremitätenteilen abgetrennt und mikroskopisch-anatomisch anhand lückenloser Schnittserien untersucht (Entkalkung 5%ige HNO_3 ; Einbettung Celloidin; Schnittdicke $25\ \mu\text{m}$; Färbung überwiegend nach Pasini; ferner wurde die AZAN-Färbung und die Orceinmethode nach Taenzer-Unna angewendet).

Ergebnisse

Die äußere Morphologie der Organe

Bei dem Organ der Vorderextremität handelt es sich um eine polsterförmige Schwellung von etwa birnenförmigem Umriß am Daumen und an der Handwurzel. Sie besitzt ihre größte Ausdehnung von etwas mehr als 3 mm in proximodistaler Richtung und mißt an ihrer breitesten Stelle knapp 2 mm. Diese breiteste Stelle liegt im proximalen Bereich des Organs, nach distal zu verschmälert es sich. Die Oberfläche ist sowohl in longitudinaler wie auch transversaler Richtung konvex gewölbt. Sie erscheint bei Lupenbetrachtung glatt, während das Integument in direkter Umgebung des Polsters in Falten geworfen ist, die radiär das Polster umstehen. Pigmentierungsunterschiede zwischen dem Epithel des Polsters und der Umgebung sind anhand des Alkoholmaterials nicht feststellbar. Das ganze Polster wirkt jedoch aufgrund seines durchscheinenden Fettgewebes dunkler als benachbarte Partien.

Im proximalen Bereich liegt das Polster dem Carpus auf, wird aber etwas weiter distal vom Metacarpus des Daumens und an seinem distalen Ende von der Grundphalanx gestützt. In der Tiefe des Polsters kommt auch den proximalen Enden der Metacarpalia II und III sowie einer dorsal von ihnen liegenden breiten Sehnenstruktur, die zu einem langen Extensor gehört, eine stützende Funktion zu. Der Metacarpus des Daumens

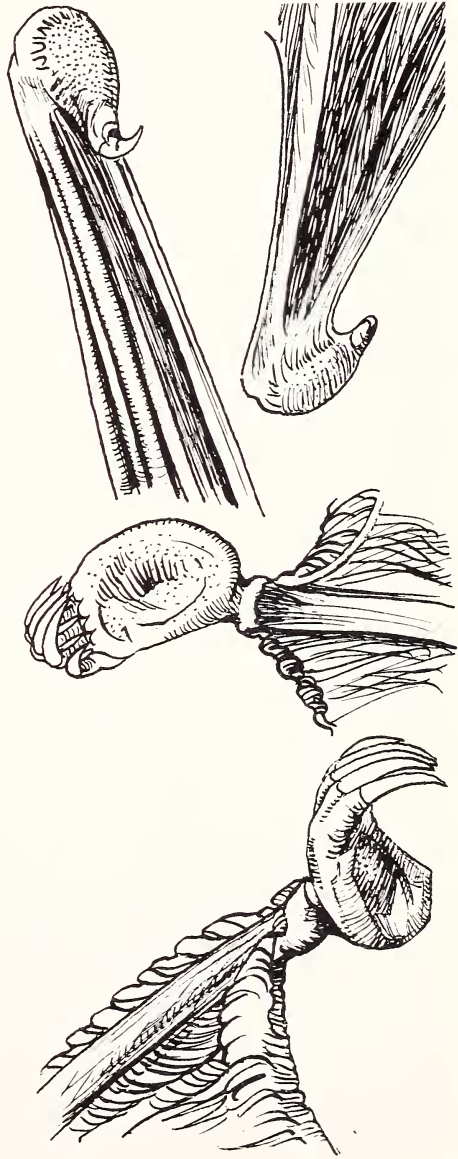


Abb. 1. Rechtes Daumenpolster von *Eudiscopus denticulus* in der Ansicht von ventral (links oben) und von medial (rechts oben) sowie das rechte Haftorgan an der Fußsohle in der Ansicht von ventro-lateral (Mitte) und medio-ventral (unten). Im Haftorgan sind die schüsselförmige ventrale Einsenkung sowie der zipfelförmig ausgezogene tibiale Rand deutlich erkennbar. Maße s. Text. (Zeichng.: W. EIGENER)

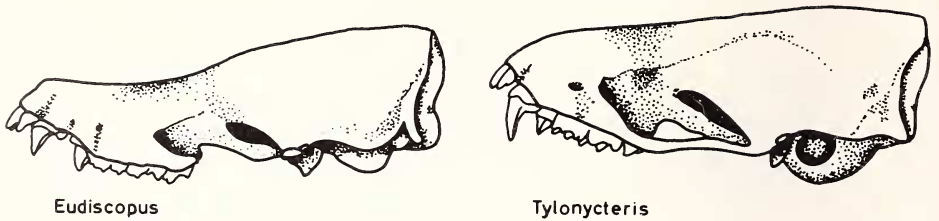


Abb. 2. Die Hirnschädelhöhe von *Eudiscopus* und *Tylonycteris* beträgt weniger als 4 mm. Auf Grund dieser Tatsache wird vermutet, daß auch *Eudiscopus* durch enge Spalten zu seinen Rastplätzen gelangt. (Beide Oberschädel – der von *Eudiscopus* nach KOOPMAN 1972 – auf gleiche Länge gebracht)

verläuft parallel zur Oberfläche des Polsters, zu seiner radialen Seite verschoben. Die proximale Phalange des Daumens setzt diese Verlaufsrichtung des Metacarpus nicht fort, sondern erstreckt sich in distaler sowie zugleich ulnarer und dorsaler Richtung. Das Polster liegt nicht exakt dem ventralen Umfang des Daumens an. Es ist vielmehr so, daß nur ein Anteil des Polsters auf der Ventralseite des Daumens liegt; ein großer Teil befindet sich auf seiner radialen Seite und erstreckt sich proximal sogar auf die Dorsalseite der Basen der Metacarpalia II und III. Die Endphalange ist in einem etwa 45° betragenden Winkel zur Oberfläche des Polsters beweglich. Trotz der komplizierten Lageverhältnisse soll das Epithel des Polsters als seine ventrale Oberfläche bezeichnet werden. Der gesamte vergleichsweise kleine Daumen weist bei zusammengelegter Vorderextremität fast vollkommen nach caudal.

Das Organ an der Fußsohle erscheint in ventraler Ansicht von scheibenförmiger Gestalt bei nahezu rechteckigem Umriss. Es ist jedoch nicht wie das Saugorgan von *Thyroptera* gestielt, sondern breitflächig mit der Unterlage verbunden. Seine ventrale Oberfläche läßt eine schüsselförmige Vertiefung im Zentrum erkennen. Diese wird von einem breiten Rand umgeben, dessen Oberfläche leicht konvex gewölbt ist. Der Rand ist – in dieser Gestalt – nicht vollkommen geschlossen, sondern distal verschmälert, insgesamt hufeisenförmig gestaltet, so daß die konkave Vertiefung im Zentrum des Organs nur proximal und lateral von diesem breiten Rand begrenzt ist. Besonders auf der tibialen Seite ist die zentrale Vertiefung durch eine deutliche Furche vom Rand abgesetzt. Einige weitere, seichte Furchen verlaufen in der Vertiefung in fächerförmiger Anordnung von proximal nach distal.

Die seitlichen Begrenzungen des Organs divergieren leicht in distaler Richtung. Tibial überragt das Organ den Fußrand beträchtlich und ist zipfelförmig ausgezogen; auf der fibularen Seite schließt es mit dem Fußrand ab. Der freie Vorderrand liegt dem Fuß im Bereich der proximalen Enden der Grundphalangen auf und besitzt einige krausenförmige Falten. Der proximale Teil des Polsters befindet sich ventral vom Tarsus, der größte Teil liegt jedoch ventral der Metatarsalia.

Der Bau der Polster

Am Aufbau der Polster sind neben einem verdickten ventralen Epithel vor allem Fettgewebe und kollagenes Bindegewebe beteiligt. Der ausgedehnte Fettgewebekörper beider Polster ist die eigentliche bauliche Grundlage; er wird von Bündeln kollagener Bindegewebsfasern in vorwiegend dorsoventraler Richtung durchzogen, und in ihn sind Blutgefäße und Nerven eingebettet. Im proximaltibialen Teil des Polsters der Hinterextremität liegt ein plattenförmiges, kleines, vorwiegend knorpeliges Skelettelement.

Die Epidermis

Die Epidermis auf der Ventralseite der Polster unterscheidet sich von der Epidermis auf ihrer dorsalen Seite und der Umgebung der Polsters im wesentlichen durch ihre Mächtigkeit und ihre gegliederte Grenzfläche zum Corium.

Die Epidermis außerhalb der Ventralflächen der Polster mißt etwa $16\ \mu\text{m}$; ihr Stratum germinativum besteht aus nur sehr wenigen (zwei bis drei) Zellschichten, das Stratum corneum bildet eine sehr dünne Lage auf diesen Zellschichten. Die Grenzfläche zum Corium ist vollkommen glatt.

Die Epidermis dagegen, die die Ventralfläche der Polster bedeckt, ist durch Vorwölbungen in das Corium gekennzeichnet. Im Falle des Daumenpolsters sind diese Vorwölbungen im Zentrum des Polsters besonders deutlich und von kuppelförmigem Aussehen. Sie stehen dicht beieinander und sind im wesentlichen rechtwinkelig zur Epitheloberfläche orientiert. Das Epithel mißt im Bereich der Vorwölbungen im Zentrum des Polsters bis zu $150\ \mu\text{m}$ und zwischen diesen ca. $100\ \mu\text{m}$. Zum Rande hin verliert es kontinuierlich an Dicke, und die Vorwölbungen flachen sich ab.

Die Grenzfläche zum Corium ist in dem Polster der *Planta pedis* komplizierter gestaltet. Hier muß zwischen dem schüsselförmig vertieften zentralen Teil und dem Rand unterschieden werden. Innerhalb der schüsselförmigen Vertiefung haben die Vorwölbungen ein zungenförmiges Aussehen, und das Epithel mißt in ihnen $120\ \mu\text{m}$; zwischen den Vorwölbungen beträgt die Dicke des Epithels $80\ \mu\text{m}$. Diese Vorwölbungen sind ebenfalls senkrecht zur Epitheloberfläche angeordnet.

Die Grenzfläche des Randepithels zum Corium zeigt im distalen Teil des Polsters vorwiegend sehr schmale Vorwölbungen, die nicht rechtwinkelig zur Epitheloberfläche orientiert sind, sondern nach dorsal und in Richtung auf das Zentrum der Polster weisen. Noch weiter peripher werden diese Vorwölbungen bei sich allmählich verdünnendem Epithel von solchen mit plumperer Gestalt abgelöst. In proximaler Richtung verändert sich dieses Bild. Während die Vorwölbungen auf der fibularen Seite nur breiter und plumper werden, aber die Orientierung von weiter distal beibehalten, weisen sie auf der tibialen Seite senkrecht nach dorsal und sogar in tibiale Richtung.

Im Polster des Daumens sind die dicht beieinander stehenden Zellkerne der basalen Zellschichten des Stratum germinativum vorwiegend von langgestreckt ovalem Umriss, und ihre längsten Achsen sind in etwa senkrecht zur Oberfläche des Epithels angeordnet. Die Kerne der letzten drei bis vier Zellschichten unter dem Stratum corneum besitzen kugelige Gestalt. Innerhalb der Epithelvorwölbungen finden sich bis zum Stratum corneum bis zu zehn Zellagen, zwischen den Vorwölbungen fünf und mehr Zellschichten.

Ein durchgehendes Stratum granulosum existiert nicht, einige der Zellen in der Schicht direkt unter dem Stratum corneum enthalten jedoch Granulationen. Das Stratum corneum liegt kappenförmig dem lebenden Epithel auf und ist im Zentrum des Polsters deutlich am dicksten.

Das ventrale Epithel des Polsters der Fußsohle bietet auch in histologischer Hinsicht ein vielgestaltigeres Bild als das Epithel des Daumenpolsters. Vor seiner Schilderung muß erwähnt werden, daß sich die Zellkerne im Zentrum des Polsters im Gegensatz zu denen im Randepithel nur schlecht anfärben lassen.

Im Zentrum des Polsters sind die Zellkerne des Stratum germinativum ebenfalls langgestreckt und mit ihrer längsten Achse rechtwinkelig zur Epitheloberfläche angeordnet. Kerne mit mehr kugelige Gestalt finden sich in den drei obersten Zellschichten des Stratum germinativum. Für das durchgehende, gut erkennbare Stratum granulosum sind abgeflachte Zellelemente charakteristisch. In den Vorwölbungen ist das Epithel bis zum Stratum corneum etwa acht Zellschichten und zwischen den Vorwölbungen vier bis fünf Zellagen dick.

Der Randbezirk fällt dadurch auf, daß die Zellkerne des Stratum germinativum mit Ausnahme der obersten Zellschichten bei langgestreckter Gestalt außerordentlich dicht gefärbt sind und besonders in den Epithelvorwölbungen nahezu zwischenraumlos eng beieinander liegen. Diese Zone dichter Färbbarkeit und dichter Lagerung der Zellkerne endet auf dem Niveau der Epithelvorwölbungen in das Corium. Ventral hiervon sind die Zellkerne der fünf Zellschichten bis zum Stratum corneum zwar noch vergleichsweise dicht gefärbt, liegen aber sehr viel weiter auseinander, so wie dieses auch im Zentrum des Polsters der Fall ist. Das

Stratum corneum dieser Randzone ist dadurch ausgezeichnet, daß seine Zellagen in Falten geworfen sind.

Tonofibrillen sind in den ventralen Epithelien der Polster des Daumens und der Hinterextremität ganz besonders reichlich vorhanden. Sie verlaufen größtenteils senkrecht zur Epitheloberfläche. Arkadenförmiges Umbiegen unter dem Stratum corneum konnten wir ebenfalls beobachten. Die tiefen Schichten des Stratum germinativum sind entweder tonofibrillenfrei oder besitzen deutlich weniger Tonofibrillen als die mehr ventral liegenden Schichten. Die Randzone des Polsters der Hinterextremität zeigt in einem wesentlich geringeren Ausmaß sowohl im Stratum germinativum als auch im Stratum corneum doppelbrechende fibrilläre Strukturen.

Die Pigmentierung des Epithels des Daumenpolsters nimmt von der Peripherie zum Zentrum hin ab; aber auch zentral finden sich noch zahlreiche Zellen – vorwiegend in der basalen Zellschicht – mit Melaningranula in den apikalen Zellabschnitten. Im Epithel des Polsters der Fußsohle konnten wir keine melaninhaltigen Zellen feststellen.

Der innere Bau der Polster

Entsprechend der auch makroskopisch auffälligen Gestalt der Polster geht der Umfang des Fettgewebes über das sonst bei Microchiropteren Übliche hinaus. Insbesondere trifft dies für das Sohlenpolster zu. Während das Fettgewebe im Polster des Daumens lediglich in seinem proximalen Bereich an Mächtigkeit abnimmt, ansonsten aber in gleichförmiger Stärke den wesentlichen Bestandteil des Polsters bildet, läßt das Sohlenpolster Unterschiede zwischen dem Zentrum und der Peripherie erkennen. Im Zentrum ist zwischen dem Epithel einerseits, der Muskulatur und dem Fußskelett andererseits kaum Fettgewebe vorhanden. Der Rand des Organs jedoch besitzt durchgehend eine z. T. kräftige Schicht von Fettgewebe.

Sowohl im Daumenpolster wie auch in dem Polster an der Planta pedis liegt direkt unter dem Epithel eine kräftige mattenartige Lage aus kollagenen Bindegewebsfasern, von der aus

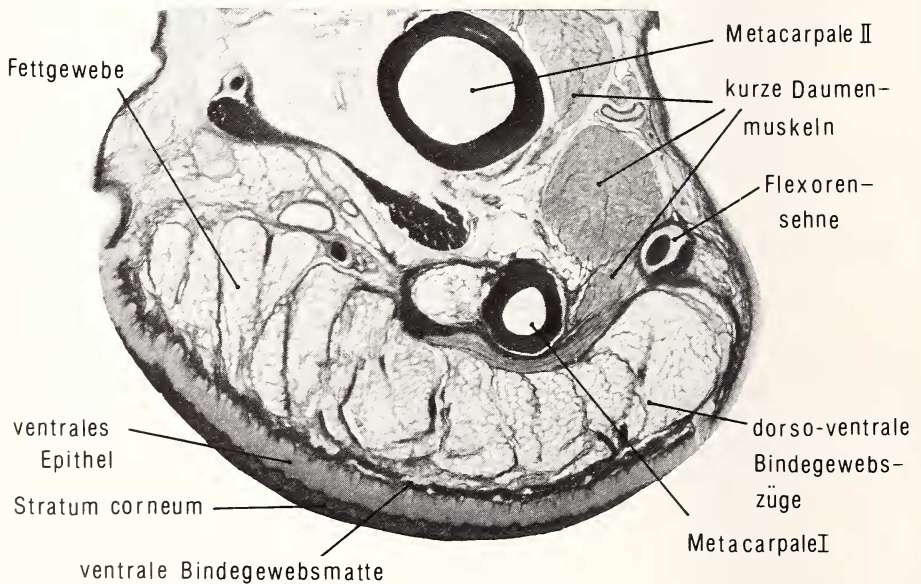


Abb. 3. Der Querschnitt durch das Daumenpolster von *Eudiscopus denticulus* zeigt die uhrglasförmige Wölbung des Polsters und die Dickenzunahme des Epithels mit dem Stratum corneum zum Zentrum hin. (Vergr. 46-fach)

Fasern in die schmalen Papillarräume zwischen den Epidermisvorwölbungen einstrahlen. Ein Stratum papillare ist nicht ausgebildet; innerhalb der Bindegewebsmatte finden sich Anschnitte von Gefäßen. An der Dorsalseite der Bindegewebsmatte sind bindegewebige Strukturen befestigt, die von dieser Matte aus mehr oder weniger rechtwinklig in die Tiefe ziehen.

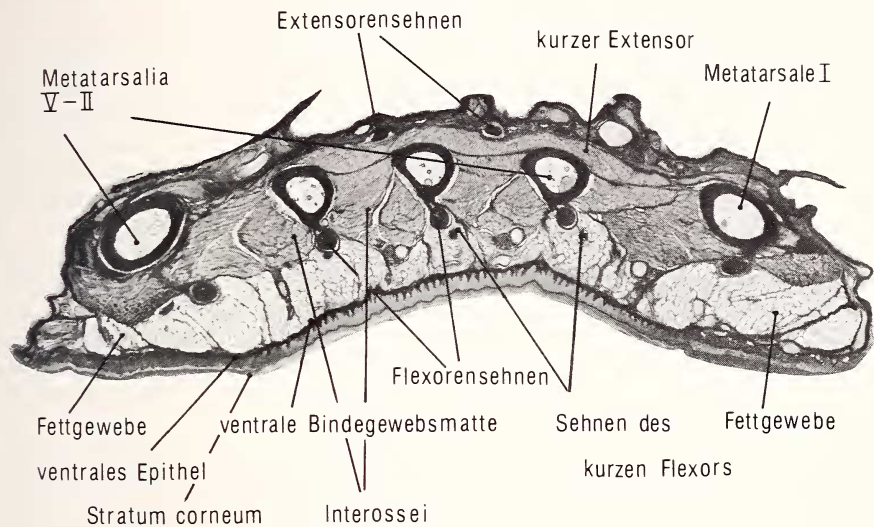


Abb. 4. Querschnitt durch das Haftorgan an der Planta pedis von *Eudiscopus denticulus* eben distal der zentralen schüsselförmigen Vertiefung der Ventralseite des Organs. (Vergr. 39-fach)

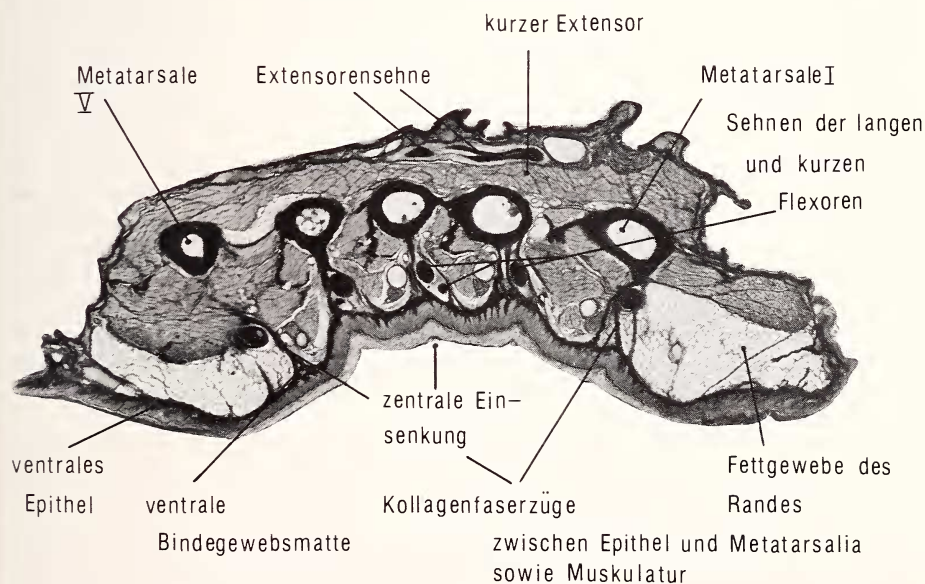


Abb. 5. Querschnitt durch das Haftorgan an der Planta pedis von *Eudiscopus denticulus* proximal vom Schnitt der Abb. 4. Deutlich erkennbar ist die Faser Verbindung zwischen Epithel einerseits, Metatarsalia und Muskulatur andererseits. Charakteristisch ist ferner die zentrale Einsenkung, das Fehlen von Fettgewebe im Zentrum und sein Vorkommen im Haftorganrand. (Vergr. 39-fach)

Diese Strukturen haben anscheinend z. T. die Gestalt schmaler Septen, in ihnen verlaufen häufig kleinere Gefäße zum ventralen Epithel. Durch sie wird aber keinesfalls der Fettgewebskörper vollständig unterteilt, sie dienen vielmehr nur der Verankerung des Epithels und des darunter befindlichen Bindegewebes.

Im Polster der Vorderextremität gehen diese Bindegewebszüge in der Tiefe zum Teil U-förmig ineinander über oder sind an anderen Strukturen, etwa der Fascie kurzer Daumenmuskeln befestigt; dieses allerdings nicht dergestalt, daß eine Übertragung von Muskelzug auf das Epithel möglich erscheint. Den Bindegewebszügen aus kollagenem Material sind elastische Fasern beigesellt. Insbesondere im Zentrum des Polsters, nahe dem Daumengrundgelenk, findet sich eine größere Fülle von elastischen Fasern, die sogar das Fettgewebe in den Hintergrund treten läßt. Diese elastischen Fasern sind an der Kapsel des Daumengrundgelenks befestigt und ziehen nach ventral in Richtung auf die bindegewebige Matte unter dem Epithel, die ebenfalls auch elastische Fasern führt.

In der Peripherie der Polster – im Randbereich des Polsters der Vorderextremität und jenseits des Randes des Polsters der *Planta pedis* – liegen nahe den dort befindlichen Haaren neben den Talgdrüsen umfangreiche Knäueldrüsen, die als apokrine Schweißdrüsen anzusprechen sind. Die Drüsenschläuche sind von dicht beieinander liegenden Myoepithelzellen umgeben. Für eine Befuchtung der ventralen Fläche der Polster, wie dieses bei den Haftorganen von *Thyoptera* und *Myzopoda* gefunden wurde, kommen diese Drüsen wegen ihrer Lage nicht in Betracht.

Während im Polster des Daumens zwischen dem Epithel einerseits, Muskeln oder Skelettelementen andererseits keine Strukturen gefunden wurden, denen man die Übertragung von Zugkräften auf das Epithel zuschreiben könnte, liegen solche Verbindungen im Sohlenpolster in ausgeprägter Form vor. Und zwar sind die Metatarsalia nahe ihren Basen über eine lange Strecke hinweg durch sehr kräftige, massive Faserzüge mit dem Epithel bzw. der darunter liegenden Bindegewebsmatte verbunden.

Von dieser Bindegewebsmatte aus verlaufen die Faserzüge nach dorsal, und zwar zu den drei mittleren Metatarsalia, die hier exakt unter der zentralen Einsenkung des Polsters liegen; ferner zu dem mehr unter dem Rand liegenden Metatarsus des Hallux und dem Skelettelement im hinteren tibialen Rand des Polsters, sowie in Richtung auf den Metatarsus der fünften Zehe. Die Kollagenfaserbündel ziehen lateral und medial an den jeweiligen Flexorensehnen vorbei und enden im Periost des Metatarsalknochens. Nur die in Richtung auf den Metatarsus der fünften Zehe ziehenden Fasern besitzen ausschließlich Anschluß an einen ventral auf dem Metatarsus liegenden Muskel, den wir für den *Abductor digiti quinti* halten. Die medial der Flexorensehne zum Metatarsus des Hallux ziehenden Faserbündel besitzen auch Kontakt mit der bindegewebigen Umhüllung der dort liegenden Fußmuskulatur. Die Faserbündel zu den Zehen I und V, die am weitesten zum Rand des Polsters hin liegen, werden auch noch am weitesten proximal angetroffen. Ihre Befestigung an der Bindegewebsmatte unter dem Epithel bedingt auf der Epitheloberfläche die Furche zwischen dem Rand des Polsters und seiner zentralen schüsselförmigen Vertiefung. Die dem Corium zugewandte Seite des Epithels spiegelt diese Befestigung ebenfalls wieder. Das Epithel besitzt hier – insbesondere proximal – leistenartige Verdickungen.

Bei dem oben erwähnten Skelettelement im proximotibialen Teil des Polsters handelt es sich um eine überwiegend hyalinknorpelige Platte, die den hinteren tibialen Rand des Polsters auf etwa der halben Breite des Polsters stützt. Diese Knorpelplatte liegt näher am dorsalen als am ventralen Epithel des Polsters. Der fibulare Rand der Platte wird durch Knochengewebe verstärkt, das über den vorderen Rand der Knorpelplatte nach distal hinausragt und dort unmittelbar dem medialen Rand der Tarsalknochen anliegt. Es ist dieser knöcherne Bereich des Skelettelements, der durch mehrere sehr kräftige Faserzüge mit der Umgebung, dem Epithel und der plantaren Fläche der Tarsalknochen, verbunden ist. Vom vorderen Rand des gesamten Elements entspringt ein breiter, nach distal verlaufender Muskel, der wie ein *Abductor hallucis brevis medial* am metatarsophalangealen Gelenk des Hallux ansetzt.

Diskussion

Nach den vorstehend geschilderten Befunden gibt es keinen Anhalt dafür, daß die Daumenpolster von *Eudiscopus* die Funktion von Haftorganen besitzen. Die Ausbildung eines nicht gegliederten Fettgewebekörpers, das zum Zentrum des Polsters hin verdickte, am Rande vergleichsweise dünne Epithel sowie das Fehlen von Faserbündeln, die Zugkräfte auf das Epithel übertragen könnten, und die Tatsache, daß keine Muskeln mit einer solchen Funktion in Verbindung gebracht werden können, spricht vielmehr dafür, daß diese Gebilde nur druckelastische Polster darstellen. Die Größe dieser Polster ist allerdings bemerkenswert. Der vergleichsweise kurze Daumen ist unserer Meinung nach nicht in eine Position zu bringen, in der er nach vorn weisen würde. Vielleicht darf man daraus schließen, daß Daumen und Polster eine funktionelle Bedeutung nicht während der Bewegung auf dem Boden, sondern während der Ruheperioden – möglicherweise an mehr oder weniger senkrecht orientierten Unterlagen – besitzen.

Bei den Sohlenpolstern handelt es sich nämlich ganz eindeutig um Haftorgane, wie dieses ja aufgrund der äußeren Form und ohne weitere Untersuchung in der Vergangenheit auch schon behauptet wurde (OSGOOD 1932). Und zwar stellen diese Polster Saugorgane dar, worauf ebenfalls die schüsselförmige Vertiefung ihrer ventralen Oberfläche hindeutet. Darüber hinaus weisen die Polster aber auch die bei Saugorganen anderer Microchiropteren als für diese Funktion notwendig erkannten Strukturen auf (SCHLIEMANN 1970): Das verdickte ventrale Epithel bietet mechanischen Schutz bei Anheftung an eine Unterlage, und seine kompliziert gestaltete Grenzfläche zum Corium dient der Befestigung einer direkt unter dem Epithel liegenden bindegewebigen Matte. Diese Matte steht ihrerseits mit den kräftigen Bindegewebszügen in Verbindung, die an den Metatarsalknochen bzw. an der Muskulatur enden. Die Faserzüge sind geeignet, Zugkräfte zu übertragen, die durch Bewegung des Fußes im oberen Sprunggelenk nach dorsal bei Kontraktion der extensorisch tätigen, auf dieses Gelenk wirkenden Muskeln erzeugt werden; ein Muskel auf der fibularen Seite der Planta vermag direkt auf das Epithel zu wirken. Wie für diese Funktionsweise vorausgesetzt werden kann, sind die Faserzüge im zentralen Bereich des Epithels des Haftorgans befestigt. Während der Rand des Organs bei der Anheftung an die Unterlage gepreßt wird, vermag der Zug an diesen Faserzügen zentrale Partien des Epithels nach dorsal anzuheben, um den für die Anheftung erforderlichen reduzierten Druck unter dem Organ zu erzeugen. Der Fettgewebekörper der Randpartien sorgt aufgrund der mechanischen Eigenschaften des Fettgewebes für die elastische Verformbarkeit des Organs in seiner Peripherie. Die Verformbarkeit ist für die Abdichtung des Raumes unter dem Zentrum des Organs gegen die Umgebung von Bedeutung.

Bei der im Zusammenhang mit einer Anheftung ausgeführten extensorischen Bewegung des Fußes im Sprunggelenk dürften im wesentlichen wohl nur die Seitenränder und der Distalrand des Haftorgans in dorsaler Richtung bewegt werden; der proximale Rand verbleibt als Drehpunkt dieser Bewegung am Haftuntergrund. Hiermit steht in Übereinstimmung, daß die Lateralränder und vor allem der Distalrand sehr viel deutlicher vom Zentrum des Haftorgans abgesetzt sind als der proximale Rand. Der tibiale Teil des proximalen Randes, der durch ein Skelettelement gestützt wird, ist wahrscheinlich – bei leicht nach außen (tibial) gestelltem Fuß – darüber hinaus zur Abstützung des Fußes bei Anheftung auf Druck belastet.

Im Vergleich zu den Haftorganen anderer Microchiropteren ergibt sich, daß die Haftorgane von *Thyroptera* und *Myzopoda* (SCHLIEMANN 1970; WIMSATT und VILLA-R 1970) sehr viel komplexer gebaut sind. Dieses gilt nicht nur wegen der dort vorkommenden Hautdrüsen, sondern wird auch anhand der Organisation des Fettgewebekörpers durch Bindegewebsstrukturen und durch das Ausmaß deutlich, in dem bei *Thyroptera* und *Myzopoda* Muskulatur direkten Anschluß an das ventrale Epithel gefunden hat. Ohne Zweifel aber ist das Haftorgan der Fußsohle des *Eudiscopus* hinsichtlich der funktionsgerechten äußeren

Gestalt, des Baues des Epithels, der Anordnung des Fettgewebes und der zugfesten Strukturen als differenzierter anzusehen als die Daumen- und Fußsohlenpolster von *Tylonycteris* (SCHLIEMANN und HOEBER 1978). Während bei den zuvor untersuchten Formen jeweils die Organe am Daumen kräftiger ausgebildet waren bzw. im wesentlichen von ihnen die Funktion als Haftorgan ausgeübt wurde, liegen bei *Eudiscopus* einzigartige Verhältnisse insofern vor, als diese Funktion ausschließlich vom Sohlenpolster wahrgenommen wird.

Solange keine zuverlässigen biologischen Beobachtungen über *Eudiscopus* bekannt werden, bleiben Erörterungen über die Art der Benutzung der Haftorgane Spekulation. Immerhin ist aber wahrscheinlich, daß ein so weit ausgestaltetes Haftorgan nicht nur gelegentlich, wie dieses für *Tylonycteris* vermutet wird (SCHLIEMANN und HOEBER 1978), sondern immer dann eingesetzt wird, wenn sich diese Tiere an ihren Rastplätzen aufhalten. Das Fehlen von Hautdrüsen und der stark abgeflachte Schädel machen wahrscheinlich, daß diese Rastplätze nicht an Blattoberflächen eingenommen werden, wie dieses für *Thyroptera* nachgewiesen ist (CARVALHO 1939; FINDLEY und WILSON 1974) und für *Myzopoda* (SCHLIEMANN und MAAS 1979) angenommen wird. Vielmehr ist daran zu denken, daß *Eudiscopus* solche Rastplätze aufsucht, die durch enge Spalten zugänglich sind, möglicherweise sind diese auch Innenräume von Bambusinternodien, wie sie von *Tylonycteris* (MEDWAY 1969; MEDWAY und MARSHALL 1970/1972) benutzt werden.

Danksagung

Das Field Museum of National History, Chicago, hat uns für unsere Untersuchungen eines der zwei existierenden Alkoholexemplare zur Verfügung gestellt. Dem damaligen Curator of Mammals, Dr. LOUIS DE LA TORRE, danken wir für seine großzügige Hilfe.

Zusammenfassung

Von dem Vespertilioniden *Eudiscopus denticulus* (Osgood, 1932) sind nur acht Exemplare bekannt. Diese wurden 1924 in Burma bzw. 1929 in Nordlaos gesammelt. Charakteristische Merkmale sind neben einem in dorsoventraler Richtung abgeflachten Schädel vor allem auffällige Polsterbildungen am Daumen und an der Fußsohle. Das scheibenförmige Polster der Planta pedis wurde bereits bei der Erstbeschreibung von *Eudiscopus* als Haftorgan angesprochen. Untersuchungen über den Bau dieser Gebilde lagen bislang nicht vor.

Unsere Befunde zeigen, daß es sich bei dem Polster an der Fußsohle tatsächlich um ein Haftorgan handelt. Starke Kollagenfaserzüge verkehren zwischen den Metatarsalknochen und dem ventralen Epithel im schüsselförmig vertieften Zentrum des Polsters. Dorsalwärts gerichtete Bewegungen der Metatarsalia müssen zur Folge haben, daß dieses Epithel im Polsterzentrum bei einem an eine Unterlage gebrachten Haftorgan ebenfalls nach dorsal bewegt wird; der auf diese Weise entstehende reduzierte Druck zwischen Unterlage und Haftorgan ist Voraussetzung für die Anheftung nach dem Funktionsprinzip Saugorgan. Fettgewebe und ein verdicktes ventrales Epithel sind weitere wichtige Baubestandteile des Haftorgans.

Es gibt keine Anhaltspunkte dafür, daß dem Daumenpolster gleichfalls die Funktion eines Haftorgans zukommt. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß es lediglich ein druckelastisches Polster darstellt, wie es, wenn auch weniger umfänglich, bei anderen Microchiropteren ebenfalls vorkommt.

Literatur

- CARVALHO, A. L. DE (1939): Zur Biologie einer Fledermaus (*Thyroptera tricolor* Spix) des Amazonas. Sitz. ber. Ges. Naturf. Fr. Berlin, 249–253.
- CONISBEE, L. R. (1953): Genera and subgenera of recent mammals. Brit. Mus. (Nat. Hist.), London.
- FINDLEY, J. S.; WILSON, D. E. (1974): Observations on the neotropical disk-winged bat, *Thyroptera tricolor* Spix. J. Mammalogy 55, 562–571.
- KOOPMAN, K. F. (1970): A second locality for *Eudiscopus denticulus* (Chiroptera, Vespertilionidae). J. Mammalogy 51, 191.
- (1972): *Eudiscopus denticulus*. Mamm. Species No. 19, 1–2.
- MEDWAY, Lord (1969): The wild mammals of Malaya and offshore islands including Singapore. London: Oxford Univ. Press.
- MEDWAY, Lord; MARSHALL, A. G. (1970): Roost-site selection among flat-headed bats (*Tylonycteris* spp.). J. Zool. 161, 237–245.

- (1972): Roosting associations of flat-headed bats, *Tylonycteris* species (Chiroptera: Vespertilionidae), in Malaysia. *J. Zool.* **168**, 463–482.
- OSGOOD, W. H. (1932): Mammals of the Kelley-Roosevelts and Delacour Asiatic Expeditions. *Field Mus. Nat. Hist., Zool. Ser.* **18**, 193–339.
- SCHLIEMANN, H. (1970): Bau und Funktion der Haftorgane von *Thyroptera* und *Myzopoda* (Vespertilionoidea, Microchiroptera, Mammalia). *Z. w. Zool.* **181**, 353–400.
- (1971): Die Haftorgane von *Thyroptera* und *Myzopoda* (Microchiroptera, Mammalia) – Gedanken zu ihrer Entstehung als Parallelbildungen. *Z. zool. Syst. Evolut.-forsch.* **9**, 61–80.
- (1975): Über die Entstehung von Haftorganen bei Chiropteren. *Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst.* **249–259**.
- SCHLIEMANN, H.; HOEBER, M. (1978): The structure and function of the pads on the thumb and foot of *Tylonycteris*. *Proc. 4th Int. Bat Res. Conf. Nairobi*.
- (1978): Über die Bambusfledermaus. *Natur u. Museum* **108**, 44–48.
- SCHLIEMANN, H.; MAAS, B. (1979): *Myzopoda aurita*. *Mamm. species No.* **116**, 1–2.
- TATE, G. H. H. (1942): Review of the Vespertilionine bats, with special attention to genera and species of the Archbold collections. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* **80**, 221–297.
- WALKER, E. P. (1964): *Mammals of the world*. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- WIMSATT, A. W.; VILLA-R, B. (1970): Locomotor adaptations in the disc-winged bat *Thyroptera tricolor*. I. Functional organization of the adhesive discs. *Am. J. Anat.* **129**, 89–120.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. HARALD SCHLIEMANN, CHARLOTTE REHN, Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, D-2000 Hamburg 13

Zur lokomotorischen Aktivität des Lisztäffchens, *Saguinus oedipus oedipus* (Linnaeus, 1758) in Gefangenschaft

VON C. WELKER, W. MEINEL, M. GREBIAN und B. LÜHRMANN

Eingang des Ms. 19.3.1979

Abstract

To the general activity of the cotton-top marmosets, Saguinus oedipus oedipus (Linnaeus, 1758) in captivity

In observation of eight cotton-top marmosets a rhythm in the activity time itself, as well as in the circadian rhythm was evident. The general activity of this diurnal species showed two to three intense periods. The rhythm curves were individually very different, but in pairs periods of high activity of one animal corresponded to similar periods of the other one. Under laboratory conditions, the pattern of locomotion most frequently observed was jumping. This high frequency was clearly affected by the inventory of the cages.

Einleitung

Unabhängig von dem grundsätzlichen Wechsel zwischen Aktivitätszeit und Inaktivitätszeit während des 24-Stunden-Tages (circadiane Rhythmik) ist auch innerhalb der Aktivitätszeit eine Rhythmik erkennbar. Diese für das Lisztäffchen *Saguinus oedipus oedipus* aufzuzeigen, ist Ziel dieser Arbeit. Bei der Ermittlung der Aktogramme berücksichtigen wir jedoch nicht jedes „Tätigsein“ eines Tieres, vielmehr beschränken wir uns auf die lokomotorische Aktivität der Tiere. Daneben wird die zeitliche Verteilung anderer – nichtlokomotorischer – Aktivitäten diskutiert.

U. S. Copyright Clearance Center Code Statement: 0044-3468/80/4501-0039 \$ 2.50/0

Z. Säugetierkunde 45 (1980) 39–44

© 1980 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

ISSN 0044-3468/ASTM-Coden: ZSAEA 7